
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007
*First Semester Examination
Academic Session 2006/2007*

Oktober/November 2006

EBB 345/3 - Pencirian Bahan Kejuruteraan ***EBB 345/3 - Characterisation of Engineering Materials***

Masa : 3 jam
Time : 3 hours

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM BELAS muka surat beserta EMPAT muka surat (LAMPIRAN) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. EMPAT soalan di BAHAGIAN A, dan TIGA soalan di BAHAGIAN B.

Jawab LIMA soalan. Jawab DUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Walau bagaimanapun, DUA soalan dibenarkan dijawab dalam Bahasa Inggeris.

Please check that this examination paper consists of SIXTEEN pages of printed material and FOUR pages APPENDIX before you begin the examination.

This paper contains SEVEN questions. FOUR questions in SECTION A and THREE questions in SECTION B.

Answer FIVE questions. Answer TWO questions from SECTION A, TWO questions from SECTION B and ONE question from any section. If a candidate answer more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

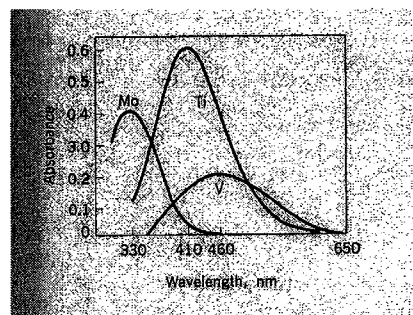
Answer to any question must start on a new page.

All questions must be answered in Bahasa Malaysia. However, TWO questions can be answered in English.

BAHAGIAN A**PART A**

1. [a] Tuliskan persamaan-persamaan untuk menentukan kadar Mo, Ti dan V yang tercampur melalui kaedah peroksida dengan menggunakan data berikut:

Logam	Serapan		
	330 nm	410 nm	460 nm
Mo	0.416	0.048	0.002
Ti	0.130	0.608	0.410
V	0.000	0.148	0.200



Untuk kadar : 4 mg logam dalam 100 ml

Dalam suatu analisis, satu larutan ujian ditindakbalaskan dengan hidrogen perosid dan asid perklorik berlebihan dan selepas itu dicairkan menjadi 50.00 ml. Serapan berikut diperolehi:

Panjang gelombang, nm	330	410	460
Serapan	0.284	0.857	0.718

Kirakan kuantiti dari tiga unsur yang hadir/terkandung dalam miligram dalam sampel. Anggap semua panjang lintasan pengukuran adalah sama.

(75 markah)

- [b] Terangkan secara ringkas prosedur untuk mengenal pasti suatu sebatian organik tulen daripada spektrum FTIR berkaitan.

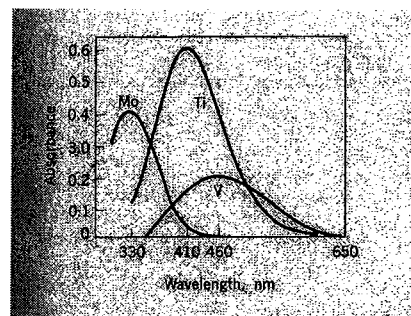
(15 markah)

- [c] Hukum Beer adalah kes terbatas dan hanya boleh diaplikasikan untuk larutan-larutan cair dan dengan radiasi monokromatik. Terangkan faktor-faktor yang menghasilkan sisihan negatif dari Hukum Beer.

(10 markah)

1. [a] Set up simultaneous equations for the determination of Mo, Ti and V mixtures by the peroxide method, using the following data:

Metal	Absorbance		
	330 nm	410 nm	460 nm
Mo	0.416	0.048	0.002
Ti	0.130	0.608	0.410
V	0.000	0.148	0.200



For concentration: 4 mg of metal per 100 ml

In one analysis, a test solution was treated with excess hydrogen peroxide and perchloric acid, and dilute to 50.00 ml. The following absorbances were obtained:

Wavelength, nm	330	410	460
Absorbance	0.284	0.857	0.718

Calculate the quantities of the three elements in milligrams present in the sample. Assume equal path length in all measurements.

(75 marks)

- [b] Explain briefly the procedure for identification of a pure organic compound from its FTIR spectrum.

(15 marks)

- [c] Beer's law is a limiting case and applicable only to dilute solutions and monochromatic radiation. Describe factors that can result in negative deviation from the Beer's law.

(10 marks)

2. [a] Hasil analisis semi kuantitatif XRF (pendafluor sinar x) untuk suatu sampel karbonat diberikan seperti berikut:

Spektrum	JMR <i>Mol.wt.</i>	% Berat
Mg	24.3	1.007
Al	27.0	0.090
Si	28.1	8.500
P	31.0	8.510
Ca	40.1	80.823
Fe	55.8	1.070

Daripada hasil analisis XRD didapati bahawa sampel mengandungi kalsium dan magnesium karbonat, $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, Fe_2O_3 , Al_2O_3 dan SiO_2 . Semua fosfat bertindakbalas dengan CaO membentuk $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. Kirakan peratusan daripada karbonat, kalsium fosfat dan oksida-oksida yang hadir dalam sampel.

(40 markah)

- [b] Kandungan nikel daripada air sungai ditentukan dengan SSA nyalaan api. Eksperimen awal menunjukkan bahawa kepekatan nikel terlampau rendah untuk diukur secara langsung, maka prosedur prapemekatan perlu dilakukan. Satu turus penukaran kation disediakan mengandungi penukar kation dalam bentuk natrium. 10L larutan dialirkan melalui turus tersebut, dan kesemua nikel (dan kation-kation lainnya) dikekalkan, menggantikan ion-ion natrium. Turus kemudiannya dielut dengan larutan HClO_4 dan mengeluarkan kesemua nikel. Eluat dicairkan kepada 100 mL. Empat sampel, setiap satunya mengandungi 10 mL eluat yang telah dicairkan ini, ditambahkan larutan piawai $\text{Ni}(\text{ClO}_4)_2$ yang telah diketahui kuantitinya. Larutan piawai mengandungi $0.0700\mu\text{g Ni}$ per mL. Setiap sampel yang telah ditambahkan larutan piawai dicairkan semula kepada 25 mL dan kemudian disedut ke dalam nyalaan api. Berikut adalah keputusan-keputusan yang diperolehi (pada 232 nm), dalam bentuk penyimpangan pen perekam.

...5/-

Larutan yang diukur	Serapan
Larutan kosong	20 mm
10 ml larutan tidak diketahui	40 mm
10 ml larutan tidak diketahui + 5 ml larutan piawai	69 mm
10 ml larutan tidak diketahui + 10 ml larutan piawai	96 mm
10 ml larutan tidak diketahui + 15 ml larutan piawai	125 mm

Berapakah kepekatan nikel dalam air sungai dalam part per 10^9 ?

(60 markah)

2. [a] *Semi quantitative analysis result of XRF for a carbonate sample is given as follows:*

<i>Spectrum</i>	<i>Mol.wt.</i>	<i>Wt %</i>
<i>Mg</i>	<i>24.3</i>	<i>1.007</i>
<i>Al</i>	<i>27.0</i>	<i>0.090</i>
<i>Si</i>	<i>28.1</i>	<i>8.500</i>
<i>P</i>	<i>31.0</i>	<i>8.510</i>
<i>Ca</i>	<i>40.1</i>	<i>80.823</i>
<i>Fe</i>	<i>55.8</i>	<i>1.070</i>

XRD analysis result indicates that the sample containing calcium and magnesium carbonates, $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, Fe_2O_3 , Al_2O_3 , and SiO_2 . All of the phosphate reacts with CaO to form $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. Calculate the percentage of the carbonates, calcium phosphate and oxide present in the sample.

(40 marks)

- [b] *The nickel content of the river water is to be determined by the flame AAS. A preliminary experiment shows that the nickel concentration is too low to be measured directly, so pre-concentration procedure must be used. An ion exchange column is set up containing a cation exchanger in its sodium form. A 10 L portion of solution is run through the column, all the nickel (and other cations) being retained, displacing sodium ions. The column is subsequently eluted with HClO_4 , thus washing out all of the nickel. The eluate is diluted to 100 mL. Four samples, each consists of 10 mL of this diluted eluate, are spiked with known quantities of standard solution of $\text{Ni}(\text{ClO}_4)_2$ containing $0.0700 \mu\text{g}$ of Ni per mL, and are re-diluted to 25 mL and then aspirated into the flame. The following results are obtained (at 232.0 nm) in terms of deflection of the recorder pen:*

<i>Measured solution</i>	<i>Absorbance</i>
<i>Blank solution</i>	<i>20 mm</i>
<i>10ml unknown</i>	<i>40 mm</i>
<i>10 ml unknown + 5 ml standard</i>	<i>69 mm</i>
<i>10 ml unknown+10 ml standard</i>	<i>96 mm</i>
<i>10 ml unknown+15 ml standard</i>	<i>125 mm</i>

What is the concentration of nickel in the river water, in parts per 10^9 ?

(60 marks)

3. [a] Pertimbangkan bentuk pembelauan daripada sinar x yang terdapat dalam jadual di bawah yang diperolehi dengan radiasi Cu K α (1.54186 angstrom).

2θ	I/I_1	2θ	I/I_1
29.68	5	78.38	4
36.37	72	91.09	20
42.44	28	95.68	3
45.35	100	103.75	5
50.72	52	115.81	4
61.86	20	136.51	8
73.40	9	144.26	10
74.07	18		

Bagaimana anda boleh mengenal pasti fasa-fasa yang hadir dalam sampel? Terangkan. Fasa-fasa manakah yang hadir dalam sampel?

(60 markah)

- [b] Terangkan secara ringkas prinsip-prinsip untuk mengenal pasti fasa-fasa dengan menggunakan XRD (pembelauan sinar-x) dan prinsip-prinsip analisis dari unsur-unsur dengan menggunakan XRF (pendafluor sinar-x). Untuk itu anda mesti menunjukkan gambarajah skematik bagi geometri asas mesin-mesin pembelauan sinar-x dan pendafluor sinar-x.

(30 markah)

- [c] Lukiskan proses pengionan orbital dalam satu atom yang diikuti emisi dari sinar-x ciri (K α dan K β) dan kemudian lakarkan hubungan antara panjang gelombang daripada sinar-x ciri yang dipancarkan dan nombor atom.

(10 markah)

3. [a] Consider the x-ray diffraction pattern in the following table obtained with Cu K α (1.54186 angstrom) radiation.

2θ	I/I_1	2θ	I/I_1
29.68	5	78.38	4
36.37	72	91.09	20
42.44	28	95.68	3
45.35	100	103.75	5
50.72	52	115.81	4
61.86	20	136.51	8
73.40	9	144.26	10
74.07	18		

How do you identify the phases present in the sample? Explain. Which phases are present in the sample?

(60 marks)

- [b] Describe briefly the principles of identification of phases using the XRD and the principles of analysis of elements using the x-ray fluorescence (XRF) technique. For these you have to present schematics figures of basic geometry of an x-ray diffraction and x-ray fluorescence machines.

(30 marks)

- [c] Illustrate the process of inner-shell ionization of an atom and the subsequent emission of characteristic x-rays (K α and K β) and then sketch the relation between wavelength of emitted characteristic x-ray and the atomic number.

(10 marks)

4. [a] Bentuk sinar-x serbuk aluminium yang diperolehi daripada radiasi Cu K α (1.54186 angstrom) mengandungi sembilan garisan, dimana nilai-nilai $\sin^2\theta$ -nya adalah:

$\sin^2\theta$	hkl	$\sin^2\theta$	hkl
0.1087	111	0.5799	400
0.1451	200	0.6888	331
0.2902	220	0.7249	420
0.3987	311	0.8698	422
0.4349	222		

Kirakan parameter kekisi aluminium dengan menggunakan 4 data pilihan dan berikan pendapat anda tentang ketepatan penentuan parameter kekisi ini.

(60 markah)

- [b] Logam A dan B membentuk larutan terbatas pepejal α yang berstruktur kubik. Variasi parameter kekisi bagi α dengan komposisi yang ditentukan melalui lindap kejut aloi berfasa tunggal dari suhu tinggi, didapati berbentuk linear dan parameter kekisi bervariasi daripada 3.6060 angstrom untuk logam tulen A hingga 3.6140 angstrom dalam α yang mengandungi 4% berat B. Lengkuk solvus dikenal pasti melalui lindap kejut aloi dua fasa yang mengandungi 5 % berat B dari satu siri suhu dan melalui pengiraan parameter kekisi α yang dikandungi.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Parameter (angstrom)
100	3.6082
200	3.6086
300	3.6091
400	3.6098
500	3.6106
600	3.6118

Plot lengkuk solvus dalam julat suhu ini dan kirakan keterlarutan B dalam A pada 440 $^{\circ}\text{C}$.

(40 markah)

...10/-

4. [a] The powder pattern of aluminum, made with Cu K α (1.54186 angstrom) radiation contains nine lines, where $\sin^2\theta$ values are:

$\sin^2\theta$	hkl	$\sin^2\theta$	hkl
0.1087	111	0.5799	400
0.1451	200	0.6888	331
0.2902	220	0.7249	420
0.3987	311	0.8698	422
0.4349	222		

Calculate the lattice parameter using 4 selected data and then give your opinion for the accuracy of this lattice parameter determination.

(60 marks)

- [b] Metals A and B form a terminal solid solution α , cubic in structure. The variation of lattice parameter of α with composition, determine by quenching single-phase alloys from an elevated temperature, is found to be linear, the parameter varying from 3.6060 Å for pure A to 3.6140 Å in α containing 4.0 weight %B. The solvus curve is to be determined by the quenching a two-phase alloy containing 5.0 weight % B from a series of temperatures and measuring the lattice parameter of the contained α .

Temperature (°C)	Parameter (angstrom)
100	3.6082
200	3.6086
300	3.6091
400	3.6098
500	3.6106
600	3.6118

Plot the solvus curve over this temperature range. What is the solubility of B in A at 440°C?

(40 marks)

BAHAGIAN B**PART B**

5. [a] DSC atau *Differential Scanning Calorimetry* sering digunakan bagi tujuan pencirian bahan bersama-sama dengan alatan lain, contohnya mikroskopi (optik atau elektron), TGA atau XRD. Jelaskan mengapa? Apakah yang boleh diberikan oleh setiap satu jenis alatan ini?

(30 markah)

- [b] Bagaimanakah DSC berfungsi? Jelaskan prinsip kerja alatan ini.

(30 markah)

- [c] Rajah 1 (sila lihat lampiran 3) memberikan beberapa kurva tipikal keputusan DSC. Apakah yang diberikan oleh keputusan tersebut?

(40 markah)

5. [a] *DSC or Differential Scanning Calorimetry is usually used for material characterization together with other equipments, such as microscopy (optical or electron), TGA or XRD. Explain why? What can each type of equipments give?*

(30 marks)

- [b] *How does a DSC function? Explain the working principle of this equipment.*

(30 marks)

- [c] *Figure 1 gives a few typical curves of DSC result. What does the results represent?*

(40 marks)

6. [a] Rajah 2 memberikan beberapa kurva tipikal keputusan TGA (*Thermal Gravimetric Analysis*). Apakah yang berlaku di dalam sampel tersebut?

(40 markah)

- [b] Dengan lakaran yang sesuai, jelaskan prinsip kerja sebuah mikroskop imbasan elektron (SEM).

(40 markah)

- [c] Apakah perbezaan di antara mikroskop optik, mikroskop imbasan elektron dan mikroskop transmisi elektron? Jelaskan.

(20 markah)

6. [a] *Figure 2 gives a few typical curves of TGA result. What happens in the sample?*

(40 marks)

- [b] *With appropriate drawing, explain the working principle of a Scanning Electron Microscopy (SEM).*

(40 marks)

- [c] *What is the difference between an optical microscope, a scanning electron microscope and a transmission electron microscope? Explain.*

(20 marks)

7. [a] Dengan lakaran yang sesuai, jelaskan prinsip kerja sebuah mikroskop imbasan terowong (STM). Apakah persamaan dan perbezaan alat ini berbanding dengan SEM?

(40 markah)

- [b] Cadangkan kaedah ujian analisis terma yang boleh digunakan di dalam setiap kes berikut. Bincangkan cadangan anda dengan mengambil kira sifat-sifat yang hendak diuji dan bagaimana teknik yang anda cadangkan boleh memberikan keputusan yang diperlukan.

- (i) Seorang saintis yang bekerja untuk sebuah pusat penyelidikan farmaseutikal perlu mencirikan sifat-sifat salutan luar yang digunakan ke atas tablet. Salutan luar ini berfungsi untuk:

1. melindungi tablet dari kerosakan
2. membantu mengekalkan bentuk tablet
3. berfungsi sebagai agen pelepas-masa

Salutan tersebut boleh diformulasikan untuk mengawal berapa cepat tablet dan dadah aktif yang terkandung di dalamnya akan diserap atau dilarut ke dalam badan selepas di makan. Teknik yang diperlukan perlulah mudah digunakan tetapi mempunyai kesensitifan mencukupi untuk pencirian sifat-sifat tablet. Kemudahan teknik juga penting untuk tujuan kawalan mutu produk.

- (ii) Seorang pakar kualiti makanan ingin menentukan kandungan lemak (*solid fat index*) bagi beberapa jenis biskut Oreo yang dihasilkan oleh sebuah kilang makanan. Pengilang mendakwa mereka menghasilkan biskut rendah lemak dan juga jenis tanpa lemak pejal selain jenis biskut Oreo yang biasa. Kajian kandungan lemak dan jenis lemak yang terkandung dalam makanan menjadi semakin penting disebabkan pertimbangan kesihatan, terutamanya berkaitan dengan kadar lemak pejal, lemak tepu dan lemak trans dalam produk makanan.
- (iii) Cat adalah bahan salutan disambung silang ringan yang banyak digunakan dalam aplikasi rumah dan industri untuk tujuan estetik, dan yang lebih penting untuk melindungi substrat dari alam sekitar. Satu dari ciri penting cat ialah darjah kerapuhan yang dipunyai selepas kering atau dikeraskan. Cat yang baik mempunyai ciri kelenturan yang dikehendaki di mana ia boleh dilentur tanpa pecah atau patah. Manakala spesimen cat yang tidak baik akan mudah patah atau pecah apabila dilentur. Bagaimana kita dapat mencirikan sifat-sifat cat?
- (iv) Styrofoam digunakan dengan meluas dalam banyak perniagaan sebagai bahan pelindung bungkusan untuk menebat dan melindungi barangan sewaktu penghantaran. Ketumpatan styrofoam mempengaruhi sifat penyerapan tenaga busa, kos dan kebolehbentukannya. Bergantung kepada berat dan bentuk barangan yang dihantar, ketumpatan busa menjadi satu faktor penting dalam pemilihan bahan penyokong dan pelindung untuk barangan yang perlu dilindungi. Bagaimanakah kita boleh menguji kesan ketumpatan busa terhadap sifat kekuatan dan kestabilan dimensinya?

(60 markah)

7. [a] *With appropriate drawing, explain the working principle of a scanning tunneling microscope. What is the similarity and differences of this equipment compared to SEM?*

(40 marks)

- [b] *Suggest the thermal analysis test method that can be used in each of the following cases. Discuss your suggestion taking into considerations the properties to be tested and how the method that you are suggesting can give the results needed.*

- (i) *A scientist who works for a pharmaceutical R & D center has a need to characterize the properties of the outer coatings as applied to tablets. The outer coating serves a number of purposes:*

- 1. Protects the tablet from damage*
- 2. Helps to maintain shape of tablet*
- 3. Functions as time-release agent*

The coating can be specially formulated to regulate how fast a tablet and its contained active drug(s) will dissolve or be absorbed into the body after indigestion. It is desired to have an easy to use, but yet sensitive technique for the characterization of the properties of tablets.

- (ii) *A food quality expert wants to determine the fat content or solid fat index for a few varieties of Oreo cookie produced by a food manufacturer. The manufacturer claims that they produce reduced fat cookies and also with no solid, hydrogenated fats version besides the regular Oreo cookies. The study of fat content and the nature of the fats of foods is becoming increasingly more important due to health considerations, especially with regards to the level of solid fats, saturated fats and trans fat in food products.*

- (ii) *Paints are a lightly cross-linked coating material widely used in housing and industrial applications for aesthetic purposes and, more importantly, to protect the substrate from the environment. One of the most important end-use characteristics of paints is the degree of brittleness that they possess after drying or curing. The good paint possessed the desired flexibility characteristics in that it could be flexed without cracking or breaking. The bad paint specimen, on the other hand, easily cracked and broke upon flexing. How do we characterize the properties of paint?*
- (iii) *Styrofoam is widely used by a variety of businesses as a protective packing material to insulate and cushion items during shipment. The density of the Styrofoam affects the foam's energy absorption properties, cost and formability. Depending on the weight and shape of the item being shipped, the density of the foam is therefore an important factor in the selection of a cushioning and support material for the item it will be required to protect. How do we test the effect of foam density on the strength and dimensional stability?*

(60 marks)

LAMPIRAN 1**APPENDIX 1**

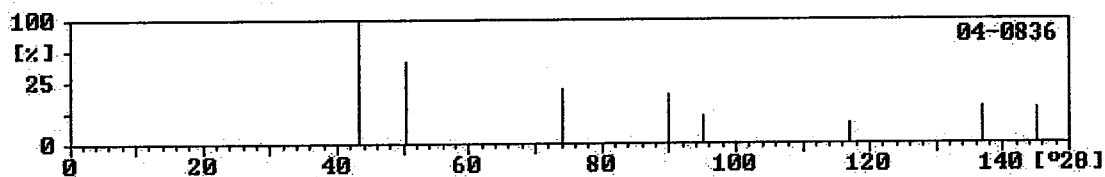
$$m = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x}$$

BENTUK SPEKTRUM PIAWAI UNTUK Cu**REFERENCE PATTERN FOR Cu****REFERENCE PATTERN**

Radiation: **Cu K α**
Wavelength [Å]: **1.54186**

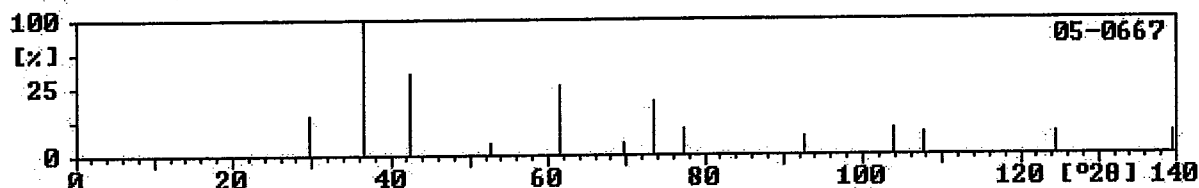
d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2 θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2 θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2 θ]
2.08800	100	43.335	0.80830	8	145.020			
1.80800	46	50.479						
1.27800	20	74.204						
1.09000	17	90.028						
1.04360	5	95.246						
0.90380	3	117.077						
0.82930	9	136.750						



LAMPIRAN 2**APPENDIX 2****BENTUK SPEKTRUM PIAWAI UNTUK Cu_2O** **REFERENCE PATTERN FOR Cu_2O** **REFERENCE PATTERN**

Radiation: XXXXXXXXXX
 Wavelength [Å]: 1.54186

d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]
3.02000	9	29.580	1.23300	4	77.401			
2.46500	100	36.450	1.06740	2	92.481			
2.13500	37	42.335	0.97950	4	103.824			
1.74300	1	52.502	0.95480	3	107.691			
1.51000	27	61.401	0.87150	3	124.405			
1.35020	1	69.637	0.82160	3	139.546			
1.28700	17	73.599						

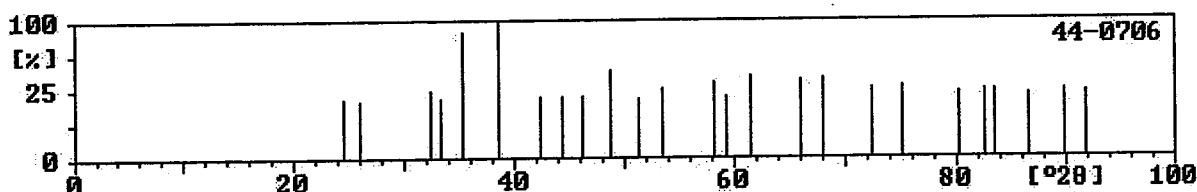


Esc=General data F3=Range of graph F9=Print

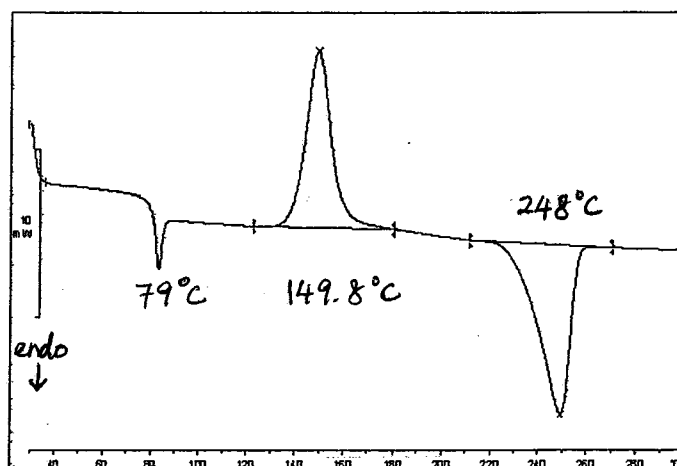
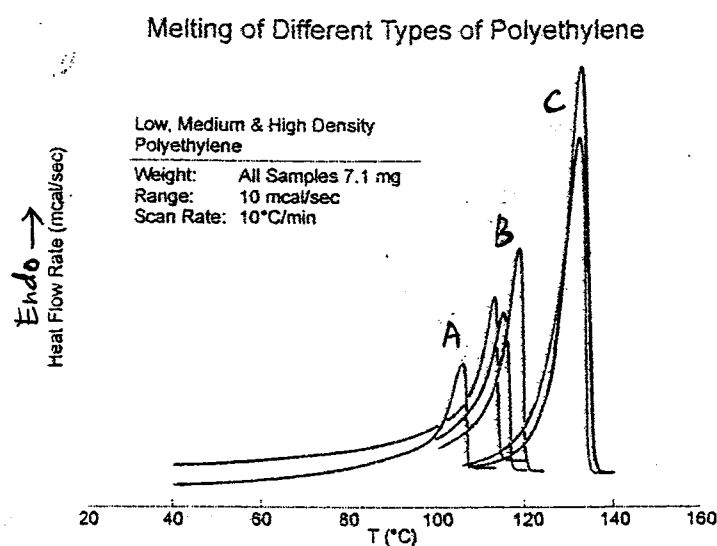
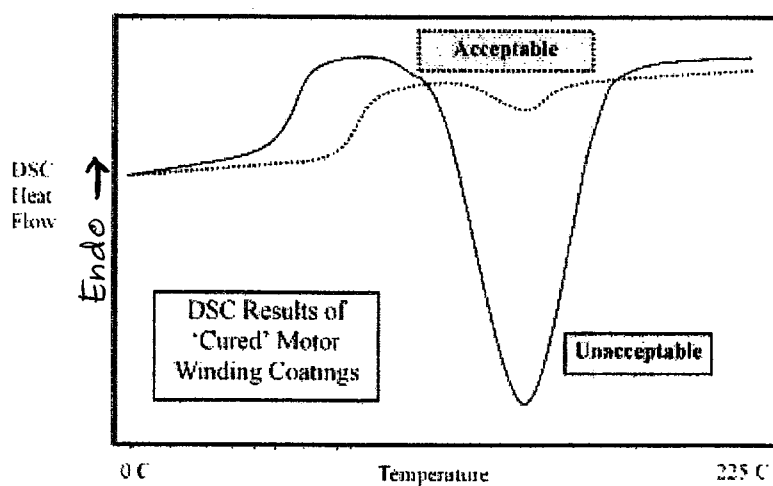
BENTUK SPEKTRUM PIAWAI UNTUK CuO **REFERENCE PATTERN FOR CuO** **REFERENCE PATTERN**

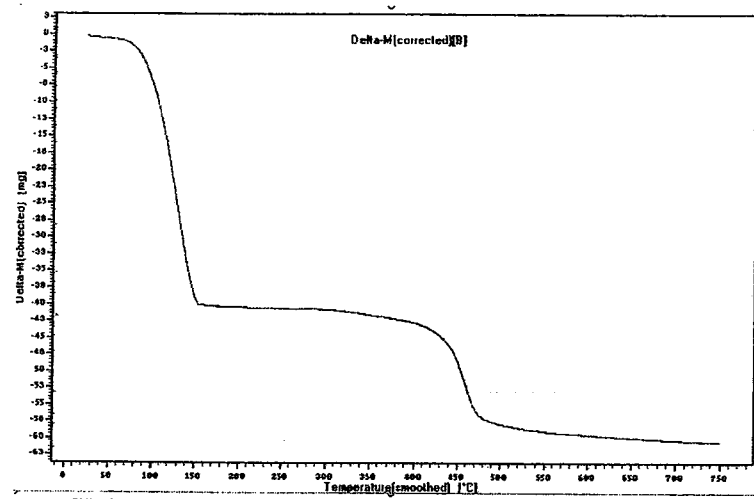
Radiation: Cu Kα
 Wavelength [Å]: 1.54186

d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]	d-value [Å]	Rel.I [%]	Angle [2θ]
3.62550	19	24.554	2.04740	20	44.239	1.51020	36	61.392
3.44200	18	25.886	1.96490	21	46.202	1.41640	32	65.952
2.77520	24	32.257	1.87220	42	48.633	1.38010	35	67.919
2.70470	19	33.122	1.78140	19	51.287	1.30770	26	72.248
2.54440	87	35.275	1.71680	26	53.366	1.26610	28	75.020
2.33800	100	38.506	1.58770	31	58.099	1.19680	23	80.206
2.13960	21	42.239	1.55920	21	59.266	1.16930	25	82.495



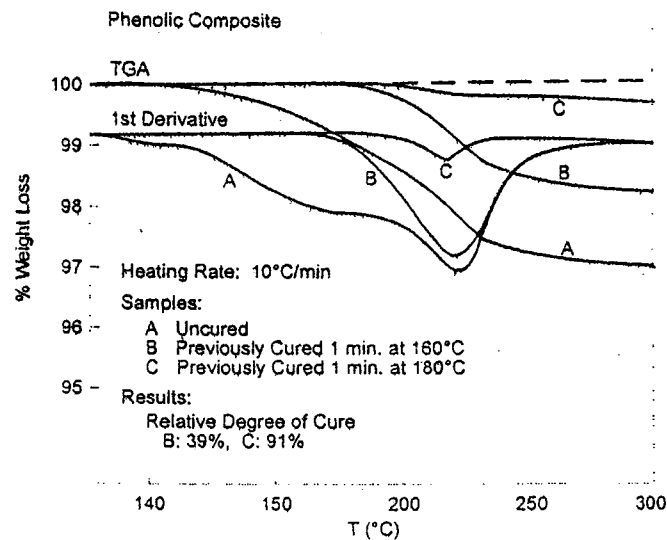
Esc=General data F1=Next page F3=Range of graph F9=Print

LAMPIRAN 3**APPENDIX 3****(i) Kurva DSC untuk satu sampel botol PET****(i) DSC curve of a PET bottle sample****(ii) Kurva DSC PE pelbagai jenis****(ii) DSC curve of different types of PE****(iii) Kurva salutan matang 'motor grinding'****Rajah 1
Figure 1**

LAMPIRAN 4**APPENDIX 4**

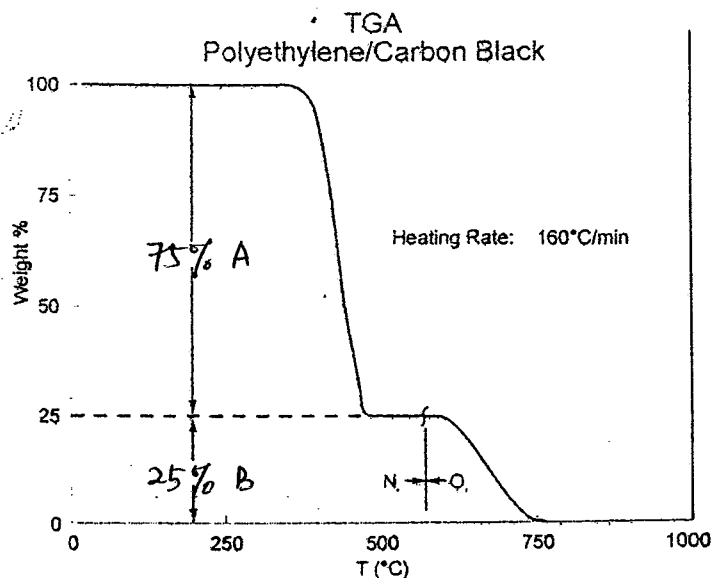
(i) Kurva TGA campuran $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SnO}_2$ membentuk Li_2SnO_3 (pepejal)

(i) TGA curve of mixture $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SnO}_2$ forming Li_2SnO_3 (solid)



(ii) Kurva TGA 3 sampel komposit Fenolik

(ii) TGA curve of 3 samples of Phenolic composite



(iii) Kurva TGA
PE/Carbon Black

(iii) TGA curve of
PE/Carbon Black

Rajah 2
Figure 2